Objectivité et intersubjectivité chez Bohr

Contenu et implications d'une suggestion "faite en passant"

Catherine Chevalley*

Résumé: On examine l'imbrication des aspects scientifiques et philosophiques de l'objectivité telle qu'elle apparaît dans un texte tardif de Niels Bohr (des armées cinquante), comme aboutissement dans sa pensée de ses essais toujours repris de redefinition de cette notion, en rapport à un renouvellement de la pensée de la separation sujet-objet.

Abstract: We examine the interplay, of the scientific and philosophical aspects of objectivity as it appears in a text by Niels Bohr written in the fifties, as the outcome in his thought of his long standing essays to re-define this notion, in relation to a renewal of his conception of the subject-objet separation.

L'UN DES PROBLÈMES auxquels Jacques Merleau-Ponty s'est le plus intéressé est celui du sens à donner à l'émergence, dans les sciences des XIXe et XXe siècles, de l'idée d'une "communauté qui se définit par les opérations *qui permettent à chacun de s'accorder avec les autres*"[1] Comment comprendre que, "dans la science moderne, les observateurs (soient] de moins en moins considérés comme des *spectateurs* et de plus en plus comme *des témoins* qui contribuent directement à établir le vrai", et que l'invariant se définisse dans la physique contemporaine, non plus par "l'immuable", mais par *"l'identité pour toute une classe d'observateurs"*[2]? Comment comprendre, en d'autres termes, que la physique du XXe siècle, depuis les deux théories de la Relativité jusqu'au "modèle standard"

---

* Professeur, Université de Tours.

1 Jacques Merleau-Ponty, *Cosmologie du XXe siècle*, Paris, Gallimard, 1965, 184. Il s'agit ici de Whitrow. Pour J. Merleau-Ponty, l'intersubjectivité entre dans la physique du XXe siècle avec la théorie de la Relativité restreinte, sous une forme plus ou moins implicite, puis avec le principe de covariance de la Relativité générale, c'est-à-dire avec le principe que l'expression des lois physiques doit être indépendante du choix des coordonnées permettant de repérer l'espace-temps. L'invariant n'est donc plus attribué à des propriétés intrinsèques des substances, mais devient quelque chose qui se détermine en référence à un accord entre différents observateurs.

2 *Ibidem.*

de la physique des particules actuelle, associe sa recherche de l'invariance avec la nécessité d'introduire ce qu'on appelle "le point de vue de l'observateur"[3]?

Je voudrais montrer ici que, si ce problème a un intérêt intrinsèque pour la philosophie des sciences, la solution qui en est donnée affecte aussi la conception générale de la science et du "sujet" de la connaissance. Pour le dire grossièrement, si la science n'est plus représentable comme cette opération par laquelle l'entendement pur d'un individu isolé se met à l'écoute de la "nature" – "inexorable et immuable", comme la qualifiait Galilée –, et si elle fait intervenir désormais de manière essentielle les notions d'identité pour une classe d'observateurs donnée et de communicabilité dans une communauté intersubjective, alors il faut réexaminer ce que signifie l'"objectivité" de la connaissance scientifique et aller jusqu'aux conséquences philosophiques de la redéfinition qui peut en être proposée. Là réside sans doute la difficulté majeure, si l'on admet avec J. Merleau-Ponty que l'épistémologie n'a pas toujours été, sous ce rapport, à la hauteur de la problématique spéculative qui était en jeu: "de cette opposition [du sujet et de l'objet], la philosophie moderne a tenté de mille façons de se dégager, mais l'épistémologie en est à bien des égards resté prisonnière"[4] En d'autres termes, la question de ce qu'on peut nommer, faute de mieux, *l'intersubjectivité* s'imposerait massivement dans le domaine de la physique du XXe siècle, mais son lien avec la philosophie resterait caché et indistinct.

Mon but, dans ce qui suit, sera donc avant tout d'analyser un cas où se trouve clairement mis en évidence le lien, l'imbrication, des aspects techniques et des aspects philosophiques de la question de l'objectivité. Je centrerai cette analyse sur une remarque faite par Niels Bohr dans un article de 1953 intitulé "Physical science and the study of religions" Il s'agit d'une suggestion faite "en

---

3 Ce qui ne veut pas dire que l'introduction du "point de vue de l'observateur" se fasse de la même manière en théorie de la Relativité et en mécanique quantique : la signification de cette introduction est, de fait, très différente d'un cas à l'autre. Sur la situation en physique quantique, voir Bernard d'Espagnat, *Le réel voilé. Analyse des concepts quantiques*, Paris, Fayard, 1994, notamment les remarques sur l'intersubjectivité in *ibid.,* 25-32; d'Espagnat adopte par ailleurs la même position générale selon laquelle "la physique est une science de l'expérience humaine communicable concernant un certain domaine" *(ibid.,* 16).

4 J. Merleau-Ponty, *op. cit.*, 169. *A contrario*, J. Merleau-Ponty évoque Milne, qui tentait de dépasser l'opposition traditionnelle du sujet et de l'objet dans le sens de la pluralité des mondes et d'une orientation métaphysique, en posant "l'intersubjectivité métrique" avant "l'objectivité physique"; et Whitrow qui, de son côté, définissait la méthode scientifique par les deux principes de la "communicabilité" et de l'uniformité, et songeait à une pluralité de monades en intercommunication (*ibid.,* 179). On peut penser également à Whitehead. Mais peut-être aussi à des tentatives plus radicales, qui feraient l'économie d'un retour à la métaphysique antérieure?

passant" comme c'est souvent le cas avec Bohr, dont le livre projeté de "philosophie générale" n'existe que sous forme de fragments dispersés dans des conférences de commande. Mais bien qu'elle semble anodine à première vue, cette suggestion représente en réalité l'aboutissement d'une entreprise de redéfinition de la notion d'objectivité commencée au moment de la première formulation de la théorie quantique en 1927 et poursuivie pour répondre aux objections persistantes d'Einstein. J'essaierai ainsi de montrer, en premier lieu, en quoi la remarque de 1953 se rapporte à la situation créée par les conditions de l'observation en physique quantique. Toutefois la suggestion de Bohr ne prend tout son sens que si elle est rapportée également à la tradition philosophique qui lui servait de contexte; or, si l'on adopte cette perspective, on s'aperçoit que sa redéfinition de l'objectivité conduit Bohr, puis à sa suite Wolfgang Pauli et Werner Heisenberg, à abandonner plusieurs des présuppositions essentielles de la philosophie antérieure – notamment celle de la "séparation du sujet et de l'objet" Sans proposer ici aucune interprétation d'ensemble de la portée de ces décisions, j'essaierai donc, en second lieu, de les rendre visibles et d'éclairer un peu, de cette manière, la signification si controversée de la philosophie des premiers fondateurs de la mécanique quantique.

I. Redéfinition de l'objectivité comme communication dans un langage non ambigu

> *D'un point de vue logique, nous ne pouvons comprendre une description objective que comme le fait de communiquer une expérience à d'autres au moyen d'un langage qui n'admette pas d'ambiguïté en ce qui concerne la perception de telles communications.*[5]

Pourquoi Bohr fait-il cette remarque, en 1953, au sujet de ce qu'est une "description objective"? L'énoncé semble d'abord trivial. Lu de plus près, il pourrait apparaître comme une profession de foi positiviste: la physique ne parlerait pas de la nature, mais seulement de nos perceptions? Il s'agit pourtant d'autre

5 Niels Bohr, "Physical science and the study of religions", in *Studia orientalia Ioanni Pedersen septuagenario A.D. VII*, Copenhague, Ginar Mimmles-Gaard, 1953, 385-90; ici : 386. Cet article sera repris dans le volume 10, non encore publié, des œuvres de Bohr: *Collected Works – Gesammelte Werke*, Amsterdam, North-Holland; New York, Elsevier, 1972.

chose. Mais pour le montrer, il faut situer l'assertion de Bohr dans l'évolution de son attitude générale à l'égard du problème de l'objectivité.

Les principes et le formalisme de la mécanique quantique sont présentés au Ve Congrès Solvay de Bruxelles en 1927 et la première prise de position explicite de Bohr sur la question de l'objectivité se trouve dans le texte connu sous le nom de "conférence de Côme", repris à l'occasion du Congrès de Bruxelles, réécrit et publié en 1928 en allemand et en anglais. A ce point, Bohr caractérise la situation de manière essentiellement *négative*, c'est-à-dire par opposition à une conception classique de l'objectivité qu'il définit comme la possibilité d'une "description *simultanément causale et spatio-temporelle* des phénomènes"[6]. Bohr pose ainsi qu'il est nécessaire de "*renoncer*" à une telle description dans le domaine de la physique atomique et que l'objectivité ne peut plus être conçue comme la possibilité de présenter une "image complète" des phénomènes en ce sens. Selon l'énoncé canonique initial de la "complémentarité", l'on se trouve devant

> "une modification radicale du rapport entre la présentation dans l'espace et le temps *(Raum-Zeit Darstellung)* et l'exigence de causalité *(Forderung der Kausalität)* qui symbolisent respectivement les possibilités idéales d'observation et de définition, et dont l'union est caractéristique des théories classiques: d'après l'essence même de la théorie quantique, nous devons en effet nous contenter de les concevoir comme des aspects complémentaires, mais mutuellement exclusifs, de notre représentation des résultats expérimentaux."[7]

En d'autres termes, pour décrire la connaissance objective en physique atomique, Bohr propose en 1928 de passer d'une réunion à une disjonction. Plus précisément, il affirme qu'il est impossible de définir un système physique atomique de manière complète au moyen d'un ensemble de variables cinématiques et dynamiques supposées connues simultanément avec une précision arbitraire,

---

6 Cette référence à l'objectivité classique comme possibilité d'une description par "espace-temps-causalité" est générale dans les textes des physiciens de cette période. Outre qu'une telle caractérisation transcrit bien le formalisme de la physique classique, on peut penser, avec D. Howard, qu'elle se fixe à partir de Schopenhauer et de la réduction à la causalité qu'il fait subir aux catégories kantiennes.

7 N. Bohr, "Das Quantenpostulat und die neuere Entwicklung der Atomistik", in *La théorie atomique et la description des phénomènes*, Paris, Gauthier-Villars, 1932, 50. Sur la notion de complémentarité, centrale pour l'interprétation des textes de Bohr, voir N. Bohr, *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris, Gallimard, 1961; rééd. 1991, Introduction et Glossaire.

comme c'était le cas pour une description objective en physique classique. D'un point de vue strictement épistémologique, l'essentiel est ici que cette modification permet ensuite le passage à l'idée d'une connaissance de type intrinsèquement statistique. Mais il reste que, sur le plan de la langue philosophique, l'on n'a affaire encore qu'à une détermination "en creux" de l'objectivité. En outre, pour être explicite, cette position à l'égard de la notion d'objectivité n'en reste pas moins purement programmatique quant à sa portée philosophique. Sans doute Bohr écrit-il que l'état de choses auquel nous confronte la physique atomique

> "montre une profonde analogie avec les difficultés générales de la formation des concepts humains, *basées sur la séparation du sujet et de l'objet.*"[8]

Sans doute aussi, dans le prolongement direct de l'exposé de 1927, l'article "purement philosophique" de 1929 note-t-il que l'on a affaire à

> "un aspect nouveau du problème de *l'objectivité des phénomènes*, qui a toujours suscité tant d'intérêt dans les discussions philosophiques, et que cet aspect nouveau impose une *refonte complète des bases de la description des phénomènes naturels.*"[9]

Mais par quoi remplacer une telle "séparation du sujet et de l'objet"? Et comment comprendre la portée philosophique générale de cette refonte? Ces questions restent en suspens.

En les laissant provisoirement de côté, on peut toutefois comparer la suggestion de 1953, évoquée plus haut, avec la détermination négative de la "complémentarité" comme disjonction des éléments constitutifs de l'objectivité physique classique. En proposant de considérer une description objective comme "le fait de communiquer une expérience à d'autres au moyen d'un langage qui n'admette pas d'ambiguïté en ce qui concerne la perception de telles communi-

---

8 N. Bohr, "Das Quantenpostulat und die neuere Entwicklung der Atomistik", *Die Naturwissenschaften* 16 (1928), 245-257, ici: 257; traduction française: "Le postulat quantique et le dernier développement de la théorie atomique", in: *La théorie atomique, op. cit.*

9 N. Bohr, "Wirkungsquantum und Naturbeschreibung", *Die Naturwissenschaften* 17 (1929), 483-6; traduction française : "Le quantum d'action et la description des phénomènes", in: *La théorie atomiques, op. cit.*

cations", Bohr fournit en effet cette fois une *caractérisation positive* de l'objectivité. Cette caractérisation positive ne vient *pas* se substituer à la caractérisation négative, qui se maintient dans les textes de Bohr jusqu'à la fin; elle la préserve et s'y juxtapose. Mais elle fait porter l'accent sur autre chose, selon un déplacement qui, à mon sens, témoigne de l'effort de Bohr pour répondre aux objections d'Einstein au sujet de la complétude de la théorie quantique. Pour Einstein en effet, la théorie quantique est irrémédiablement incomplète parce qu'elle ne permet pas d'établir une correspondance biunivoque entre les "éléments de réalité" et les éléments de la théorie physique[10] Cela revient, comme le remarque W. Pauli dès 1936, à maintenir l'idée d'un "caractère univoquement objectivable *(eindeutige Objektivierbarkeit)"* des phénomènes, fondé sur "l'indépendance des régularités de l'évolution des phénomènes physiques à l'égard du mode d'observation"[11]. *A contrario*, pour Pauli comme pour Bohr, l'analyse de l'opération de mesure dans le domaine atomique impose de reconnaître que l'objectivité de la description y dépend de l'accord entre les observateurs au sujet des *phénomènes enregistrés* sur les appareils de mesure, *dans telle situation expérimentale bien définie.* Et non plus, pour forcer le trait, de l'accord au sujet des propriétés intrinsèques des systèmes physiques dans n'importe quelle situation expérimentale, comme c'était le cas (idéalement) en physique classique. Il s'agit, en d'autres termes, de prendre pleinement en compte l'état de choses, à la fois simple et si difficile à comprendre dans toutes ses implications, que *l'opération de mesure* introduit une modification irréversible dans l'état des systèmes physiques considérés, de sorte que ce qui se manifeste est intrinsèquement lié au dispositif expérimental. Qu'une description objective soit le fait de communiquer une expérience à d'autres au moyen d'un langage qui n'admette pas d'ambiguïté[12] en ce

---

10 A. Einstein, B. Podolsky et N. Rosen, "Can quantum-mechanical description of reality be considered complete?", *Physical Review* 47 (1935), 777-80; traduction française in A. Einstein, *Œuvres choisies*, F. Balibar *et al.* (éds.), Vol. I: *Quanta,* Paris, Le Seuil, 1989, 224 : "Dans toute théorie complète, il y a un élément correspondant à chaque élément de réalité. Pour qu'une grandeur physique soit réelle, il suffit qu'il soit possible de la prédire avec certitude, sans perturber le système"

11 Wolfgang Pauli, "Raum, Zeit und Kausalität in der modernen Physik", *Scientia* 59 (1936), 65-76; traduction anglaise in *Writings on Physics and Philosophy*, C. P. Enz et K. von Meyenn (éds.), Berlin, Springer, 1994, ici: 98.

12 La discussion de la notion de "langage non ambigü" joue un rôle très important dans la dernière phase de la formation de la théorie quantique. L'origine du débat se trouve dans les désaccords entre Bohr, Heisenberg et Schrödinger au sujet de l'interprétation de la mécanique ondulatoire au cours de l'année 1926. Bohr acquiert à ce moment la conviction qu'il existe une ambiguïté inévitable des concepts et des images de la physique classique (ondes, corpuscules, trajectoires, énergie,

qui concerne la perception de telles communications signifie donc que l'accord d'une classe d'observateurs au sujet de ce qui est *enregistré* devient la condition *sine qua non* de tout raisonnement en physique atomique, du simple fait que les événements sont, *stricto sensu,* uniques et irréversibles (inversement, en physique classique, le désaccord éventuel d'un observateur ne tire pas à conséquence car l'on peut supposer, du moins en principe, que ce désaccord cédera devant le fait que la répétition à l'identique de l'expérience fournira toujours le même résultat).

Pourquoi est-ce si important? Parce qu'il faut alors reconnaître clairement qu'au lieu d'exhiber la nature, de la dévoiler, de la rendre visible, de la lire, de la décoder, la physique ne dit quelque chose qu'au sujet des événements qui se produisent dans nos interactions avec tels ensembles de systèmes, préparés de telle façon, etc.; bref, au sujet de ce que Bohr appelle toujours, avec une lourdeur délibérée, la "Nature-dont-nous-faisons-partie-nous-mêmes" La référence à l'exigence de non-ambiguïté dans la phrase de 1953 apparaît dès lors comme bien davantage que la simple expression d'une exigence générale de rigueur du discours. Loin d'être anodine, elle vise à dissocier la caractérisation de l'objectivité de toute présupposition d'une ontologie stable d'objets, pour la rapporter à la notion *d'accord entre un ensemble d'observateurs au sujet de ce qui apparaît dans des conditions expérimentales spécifiées.* Il s'agit en somme, pour Bohr, de changer l'usage du terme d'"objectivité", dans la poursuite d'un effort commencé dès avant 1927 pour comprendre la singularité de la situation nouvelle de la physique du point de vue de la théorie de la connaissance. Dans l'article de 1953, la phrase immédiatement précédente témoigne d'ailleurs clairement de cette volonté de redéfinition:

> "L'enseignement que le développement de la science physique nous a donné en notre siècle en ce qui concerne notre

---

etc.) si on les utilise pour parler des objets de la physique atomique : il faut donc libérer les mots de la physique classique de tout poids ontologique. Ultérieurement, il proposera de distinguer entre un langage pour les objets (celui des vecteurs d'état) et un langage pour les manifestations perceptibles de l'interaction entre système physique et appareil de mesure (celui, aménagé, du langage ordinaire et de la physique classique). Pour Bohr, la situation est nouvelle dans l'exacte mesure où la physique classique pouvait s'autoriser à supposer une homogénéité entre phénomènes observés et propriétés d'objets, tandis que cette homogénéité disparaît en physique quantique pour faire place à une pratique de double langage. Sur ces questions, voir N. Bohr, *Physique atomique, op. cit.,* Introduction et Glossaire (entrée "Ambiguïté"); en ce qui concerne la position de Schrödinger, voir le commentaire de M. Bitbol in E. Schrödinger, *L'esprit et la matière*, Paris, Le Seuil, 1990, et son introduction à E. Schrödinger, *Physique quantique et représentation du monde*, Paris, Le Seuil, 1992.

> position d'observateurs de la nature a créé un nouveau contexte *(background) pour l'usage de mots tels que 'objectivité' et 'subjectivité'* "[13]

Un an plus tard, en 1954, dans une conférence donnée à New York au Congrès *The Unity of Knowledge*, Bohr écrira de manière analogue que

> "tout savant se trouve constamment devant le problème de la description objective de l'expérience, *ce qui, pour nous, n'est rien d'autre qu'une communication sans ambiguïté.*"[14]

Résumons: à une objectivité classique définie comme possibilité d'une description simultanément spatio-temporelle et causale des phénomènes et des objets, Bohr en vient ainsi à une caractérisation, d'abord négative puis positive, d'un autre genre d'objectivité, qu'il associe à la possibilité d'une communication non ambiguë de l'expérience à une classe d'observateurs. Que ce déplacement constitue une pièce essentielle de l'interprétation philosophique de la physique quantique apparaît clairement dès qu'on en voit le lien avec le problème de la mesure. Aussi est-ce sans doute cette importance stratégique qui explique que Wolfgang Pauli ait repris pleinement à son compte la suggestion de Bohr, écrivant ainsi en 1957:

> "Je m'accorde avec Bohr dans l'opinion que *l'objectivité d'une explication scientifique* de la nature devrait être *définie aussi libéralement que possible:* toute manière de voir *(Betrachtungsweise)* que l'on peut transmettre à d'autres, que d'autres, ayant les connaissances préliminaires indispensables, peuvent comprendre et appliquer à leur tour, et au sujet de laquelle nous pouvons parler avec les autres, devra être dite *objective.*"[15]

Pour Pauli comme pour Bohr, il s'agit ici, non pas de dissoudre toute notion de réalité physique au profit d'une vague condition de communicabilité

---

13 N. Bohr, "Physical science and the study of religions", *op. cit.*, 386.

14 N. Bohr, "The unity of knowledge", in: *The unity of knowledge* (Actes de la Conférence pour le Bicentenaire de l'Université Columbia, octobre 1954), New York, Double Day, 1955; traduction française in: N. Bohr, *Physique atomique, op. cit.*, 249.

15 W. Pauli, "Phänomenon und physikalische Realität" (1957), in: *Physik und Erkenntnistheorie*, Brunswick, Vieweg, 1961; rééd. 1984, 95. Traduction anglaise in *Writings, op. cit.*, 129.

de l'expérience, mais d'arracher la problématique de l'objectivité à son ancrage ontologique (dans une nature qui nous dicterait ses lois) ou classiquement épistémologique (dans une théorie de l'entendement), pour l'associer de manière étroite à l'accord d'un ensemble d'observateurs au sujet des phénomènes enregistrés et du langage dans lequel il est possible de les interpréter. Une telle redéfinition de l'objectivité ne conduit pas à introduire d'une manière quelconque une référence à la conscience de l'observateur individuel[16]. Bohr insiste sur ce point à plusieurs reprises – ainsi dans un article de 1958:

> "La description des phénomènes atomiques présente un caractère parfaitement objectif au sens où *aucune référence explicite n'est faite à l'observateur individuel,* et où par conséquent (...) aucune ambiguïté n'est impliquée dans la communication de l'information."[17]

Et Pauli précise de même que la physique quantique maintient "une réalité objective" en ce sens qu'elle

> "prive l'observateur de toute possibilité d'influencer les résultats d'une mesure une fois que le dispositif expérimental a été choisi"

et que c'est en ce sens élargi que

> "la description que donne la mécanique quantique est encore une description objective, bien qu'on ne fasse plus l'hypothèse que l'état d'un objet reste indépendant de la façon dont les sources possibles d'information sur cet objet sont irrévocablement altérées par les observations."[18]

---

16 Et moins encore un quelconque subjectivisme. L'une des idées les plus répandues au sujet des positions adoptées par Bohr, Heisenberg ou Pauli est qu'ils auraient voulu introduire en physique l'observateur subjectif. Cette idée est incompatible avec le fait que l'accent est mis ici non sur la conscience de l'observateur individuel, mais sur l'appareil de mesure et la perception des phénomènes enregistrés par une communauté d'observateurs.

17 N. Bohr, "Quantum physics and philosophy", in: *Philosophy in the Mid-Century,* R. Klibansky (éd.), Florence, La Nuova Italia Editrice, 1958, Vol. I, 308-14; rééd. in: N. Bohr, *Essays 1958-62 on atomic physics and human knowledge,* A. Bohr (éd.), New York, Interscience Publishers, 1963.

18 W. Pauli, "Die Materie" (1954), in: *Physik und Erkenntnistheorie, op. cit.,* 7; *Writings*, 33.

Mais, comme le remarque aussi Pauli, le fait de ne plus pouvoir parler de réalité physique objective indépendante des conditions de son observation tout en affirmant que ce qui se manifeste, une fois ces conditions déterminées, conserve un caractère d'objectivité crée une "situation entièrement nouvelle du point de vue de la théorie de la connaissance", et qu'"aucun système philosophique n'avait anticipée.[19]

II. Implications: la critique de la philosophie antérieure

L'idée que l'invariant se définit en physique contemporaine, non plus par "l'immuable", mais par "l'identité pour toute une classe d'observateurs"[20] se traduit donc chez Bohr et Pauli par un déplacement explicite et revendiqué du sens du terme d'"objectivité" Ici comme ailleurs, la modification de l'usage de la langue relève chez Bohr d'une stratégie consciente[21] Mais comment comprendre ce déplacement? Il faut pour cela en déterminer la signification pour l'histoire de la philosophie et définir les questions nouvelles auxquelles il conduit éventuellement. Dans une large mesure, Bohr, Heisenberg et Pauli ont effectué ce travail philosophique eux-mêmes.

II.1. Sortir de Kant

La première "évidence" philosophique qui semble d'être imposée aux différents fondateurs de la mécanique quantique est que *la problématique kantienne*

---

19 W. Pauli, resp. "Raum, Zeit und Kausalität in der modernen Physik" (1936) et "Die philosophische Bedeutung der Idee der Komplementarität" (1950), in: *Physik und Erkenntnistheorie, op. cit.*

20 J. Merleau-Ponty, *op. cit.,* 184.

21 Pour d'autres exemples de telles redéfinitions, voir les entrées "Phénomène" ou "Nature" N. Bohr, *Physique atomique, op. cit.,* Glossaire. Dès 1928, Bohr exprime clairement la conviction que les difficultés de compréhension de la physique quantique sont intimement associées aux présuppositions tacites de nos concepts fondamentaux *véhiculées par l'usage de la langue.* L'article sur la notion de "complémentarité" – notion qui symbolise toujours aujourd'hui, quelle que soit la multiplicité des interprétations qui en sont données, la position philosophique attribuée à Bohr – se conclut ainsi par l'affirmation que l'un des obstacles essentiels à la compréhension de la mécanique quantique réside dans le caractère intuitif (c'est-à-dire associé à nos représentations spatio-temporelles) du langage classique : "nous nous trouvons ici sur la voie d'une adaptation de nos formes d'intuition, empruntées aux impressions sensorielles, à la connaissance de plus en plus approfondie de la nature; les obstacles que nous rencontrons sur cette voie proviennent avant tout du fait que pour ainsi dire *chaque terme de notre langage est lié à ces formes de représentation*". D'où la nécessité d'une réflexion sur l'usage des concepts de la physique classique dans le domaine atomique.

de la connaissance ne pouvait plus conserver le rôle de problématique de référence qu'elle avait jouée – y compris, voire avant tout, pour les mathématiciens et les physiciens – tout au long d'un XIXe siècle allemand ponctué par les "retours à Kant" A vrai dire, l'écart pris avec le kantisme se creuse déjà, pour ne citer que les physiciens, avec la doctrine des inférences inconscientes et la théorie des signes de Helmholtz, avec le concept de "symbole" développé par Hertz et avec les positions adoptées par Boltzmann. Au tournant du siècle, tout le monde ou presque commence à proposer des "aménagements" du kantisme qui sont de plus en plus dévastateurs. Il n'est donc pas étonnant de voir Heisenberg expliquer à ses premiers étudiants de Leipzig, dès 1927, qu'il faut "reprendre le problème fondamental de la théorie de la connaissance kantienne et pour ainsi dire tout recommencer"[22]. Cette brutalité programmatique ne fait en effet que parachever les critiques antérieures en les ornant de la radicalité nouvelle imposée par l'énoncé de la complémentarité, qui dit en clair que l'objectivation ne peut plus opérer par appréhension des phénomènes dans les *formes a priori* de la sensibilité que sont l'espace et le temps et par application de concepts *a priori* de l'entendement tels que celui de causalité. Il faut donc "renoncer" à l'homogénéité postulée par Kant, *via* le Schématisme, entre la présentation des phénomènes dans l'espace et le temps et l'application des catégories. Dans le livre qu'il publie en 1936 après y avoir travaillé pendant dix ans, Ernst Cassirer s'appuiera tout naturellement sur Bohr et Heisenberg pour affirmer que

> "le Schématisme s'est trouvé définitivement limité de par l'avènement de la mécanique quantique; nous ne pouvons plus combiner causalité et description spatio-temporelle (...) la Logique transcendantale ne peut plus être associée à, ou dépendante de, l'Esthétique transcendantale."[23]

En redéfinissant l'objectivité de manière négative comme impossibilité d'une description simultanément spatio-temporelle et causale, Bohr rendait ainsi effective une sortie définitive hors du Schématisme. Mais on ne comprend vraiment le sens de l'abandon du kantisme chez Bohr, Heisenberg ou Pauli que si

---

22 W.Heisenberg, "Erkenntnistheoretische Probleme der modernen Physik" (manuscrit), in Heisenberg, *Gesammelte Werke-Collected Works*, H. Rechenberg *et al.* (éds.), Série C, vol. I : *Physik und Erkenntnis 1927-1955*, Munich, R. Piper, 1984, 28.

23 E. Cassirer, *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik*, Göteborgs Högskolas Arsskrift, Partie III, vol. 42, 1936; traduction anglaise sous le titre de *Determinism and Indeterminism in Modern Physics*, New Haven, Yale University Press, 1956, ici: 164.

tisme ainsi hérétiquement déplacé ne ressemble plus du tout à du kantisme, mais ce glissement, en revanche, permet de rendre compte de l'insistance avec laquelle Bohr, Heisenberg ou Pauli en déduisent qu'il faut désormais critiquer la séparation traditionnelle entre les sciences et l'art, et surmonter la division de notre "intellectualité" (*Geistigkeit*) et l' "unilatéralité" de notre rationalisme.

La critique du kantisme ne doit donc pas être réduite à une critique strictement épistémologique. Il ne s'agit pas seulement d'aménager la description des processus de l'objectivation, mais bien de remettre en cause la distinction que tout le rationalisme classique avait faite entre *Wissen* et *Glauben*, connaître et "tenir pour vrai" La redéfinition de l'objectivité est envisagée ici dans ses conséquences philosophiques les plus générales, comme en témoigne plusieurs remarques de Bohr dans l'article de 1954 déjà cité:

> "La nécessité (...) de porter une attention constante au problème de *l'objectivité de la description* a exercé au cours des âges une profonde influence sur l'attitude des écoles philosophiques. De nos jours, l'exploration de nouveaux champs d'expérience a mis en évidence des présuppositions insoupçonnées de toute application non-ambiguë de nos concepts les plus élémentaires. Elle a ainsi donné une leçon de critique de la connaissance, dont la portée atteint des domaines fort éloignés du domaine de la physique (...). En mettant en évidence la nécessité, dans une communication sans ambiguïté, de tenir compte du point où se situe la *séparation du sujet et de l'objet,* les développements modernes de la science ont donné un fondement nouveau à l'usage de mots tels que *connaissance et croyance.*"[27]

II.2. Sortir des "Temps Modernes"

Mais si, pour assurer une communication non-ambiguë, il faut ainsi chaque fois prêter attention au lieu où se situe la séparation sujet-objet, cela signifie que toute rigidité ou fixité de cette séparation devient elle-même caduque,

---

L. Krüger et B. Falkenburg (éds.), Mannheim BI, 332-347. Un tel déplacement a une histoire qu'il faudrait reconstituer et qui commence chez Goethe et Helmholtz.

27 N. Bohr, "The unity of knowledge" in *The unity of knowledge* (Actes de la Conférence pour le Bicentenaire de l'université Columbia, octobre 1954), New York, Double Day , 1955; traduction française in N. Bohr, *Physique atomique*, *op. cit.*, resp. 251 et 271.

et, avec elles, comme on vient de le voir, la partition canonique entre connaissance de l'objet et croyances du sujet (au sens de *Fürwahrhalten* ou de *Belief*). Ici se laissent donc entrevoir les raisons pour lesquelles Bohr, Heisenberg et Pauli ont éprouvé la nécessité de mettre en question, au-delà du kantisme lui-même, les fondements sur lesquels la métaphysique moderne s'était édifiée au XVIIe siècle. Ce retour critique sur l'âge classique a été largement oublié, omis, ou caricaturé dans les débats d'après-guerre qui ont porté sur l'interprétation de Bohr, dite désormais "Interprétation de Copenhague" Il n'en joue pas moins un rôle essentiel dans la clarification tant du sens de la rupture avec la philosophie antérieure que de l'origine des objections qu'Einstein et d'autres opposaient à la mécanique quantique.

De manière très générale, on peut dire que chez Bohr – comme chez Heisenberg et Pauli, qu'il serait incongru d'appeler des "disciples" mais qui partagent avec Bohr une même orientation critique fondamentale –, l'analyse porte ici sur le partage classique instauré entre, d'un coté, un *"sujet"* abstrait et isolé, pensé comme regard et comme spectateur, "Je" universel attributaire d'une connaissance potentiellement complète de la réalité du monde (la physique mathématique), mais simultanément tenu de cantonner son "Moi" dans un autre monde à part, et, de l'autre côté, une *nature* posée en face de ce regard, exposée à lui, comme une totalité indépendante obéissant à des lois immuables et composée de "choses" objectivables *via* leur réduction à certaines "propriétés" spatio-temporelles et causales calculables. Dans les années 1920-30, la fin de ce partage est comprise en philosophie comme le signe de l'achèvement de la métaphysique moderne et, sous ce rapport, Bohr, Pauli ou Heisenberg rejoignent et souvent anticipent les positions les plus radicales des philosophes.

Le texte le plus spectaculaire qui témoigne de cet effort pour penser la connaissance *sans reconduire la séparation sujet-objet* apparaît aujourd'hui comme étant celui du manuscrit rédigé par Heisenberg en 1942, et publié seulement en 1984[28] Destiné sans doute autant à léguer un exposé ordonné de l'"enseignement oral" de Bohr qu'à formuler une philosophie propre, le manuscrit de Heisenberg est centré autour du problème de la détermination d'une nouvelle "position à l'égard de la réalité" et Heisenberg y entreprend dès le début de défaire la philosophie du concept de réalité hérité des "Temps Modernes" c'est-à-dire d'une division entre *res extensa et res cogitans*, d'une conception spéculaire de la connaissance, et d'un privilège accordé à l'idée d'un point de départ unique, cer-

28 W. Heisenberg, in *Collected Works*, *op. cit.*, Série C, vol. 1, 218-306; réédité sous le titre de *Ordnung der Wirklichkeit*, H. Rechenberg (éd.), Munich, R. Piper, 1989; traduction française sous le titre de *Philosophie. Le Manuscrit de 1942*, Paris, Le Seuil, 1998.

tain et indubitable. Caractérisée à l'inverse comme la "fluctuation continue de notre expérience" en tant qu'elle inclut les processus de l'âme et tous les langages symboliques, la réalité ne se divise plus entre un "côté de l'objet" et un "côté du sujet", mais plutôt en régions de "connexions" (formalisables ou non) qui correspondent à des formes d'expérience et à des langages non hiérarchisés dont l'agencement est variable selon les époques. L'objectivation est alors un processus qui est mis en œuvre selon des modes différenciés, fonction notamment du degré d'incidence des conditions de l'observation sur ce qui est déterminé comme objet et la distinction entre art et science s'estompe, en même temps qu'est récusée l'ambition totalisante et réductionniste de ce que Heisenberg appelle "l'image scientifique du monde" du XIXe siècle.

Mais cet effort de Heisenberg pour mettre en question les présuppositions les plus fondamentales – et par là même souvent les plus tacites – de la philosophie moderne n'est pas le seul exemple que l'on pourrait donner. Entre le milieu des années 1930 et sa mort en 1958, Pauli produit également, parallèlement à ses contributions à la physique, un travail philosophique et historique considérable sur les origines de la science moderne, dans le but d'analyser, de démonter, de décomposer et d'interroger toutes les raisons pour lesquelles "le XVIIe siècle est allé trop loin":

> "Le fait que Newton ait placé l'espace et le temps pratiquement à la droite de Dieu, et pour tout dire à la place devenue vide dont il avait chassé le Fils de Dieu, est un épisode particulièrement piquant de l'histoire de l'esprit (...). Il est bien connu qu'il a fallu ensuite un effort intellectuel absolument extraordinaire pour les faire descendre de nouveau de ces hauteurs olympiennes. Le travail a été rendu artificiellement encore plus difficile par la tentative philosophique de Kant de refuser à la raison humaine l'accès à cet Olympe. C'est pour cela que l'époque où l'espace et le temps n'étaient pas encore là-haut, et surtout le moment qui a immédiatement précédé cette funeste opération, sont si intéressants pour moi. C'est le motif de mon étude de Kepler."[29]

29 Lettre de W. Pauli à M. Fierz du 29 décembre 1947, citée in K. V. Laurikainen, *Beyond the atom. The philosophical thought of Wolfgang Pauli*, Berlin, Springer, 1988, 18. L'étude sur Kepler à laquelle Pauli fait son allusion est la remarquable monographie qu'il publie sous le titre "Der Einfluss archetypischer Vorstellungen auf die Bildung naturwissenschaftlicher Theorien bei Kepler" dans un livre écrit en collaboration avec Carl Jung: *Naturerklärung und Psyche*, Zurich, Rascher, 1952.

La question épistémologique de l'espace et du temps est évidemment décisive: aux yeux de Pauli, ce sont les concepts d'espace et de temps forgés par l'âge classique qui contribuent à nous "empêcher de penser" et qui rendent si difficile la compréhension de la physique contemporaine. C'est pour surmonter cet obstacle que Pauli effectue un retour, non pas naïf mais cathartique, à la philosophie de la nature de la Renaissance italienne: si cette philosophie, pour une part, anticipait sans doute sur le XVIIe siècle et le rendait possible *via* le Néo-platonisme, pour une autre part elle laissait le débat ouvert, sans absolutiser les concepts, ni géométriser à l'excès l'espace physique, ni séparer "l'âme" de la "matière" Mais par ailleurs, la question de l'espace et du temps n'est pas seulement une question épistémologique. Si la Renaissance émerge aux yeux de Pauli comme un moment autonome, irréductible à un simple chaos préfigurateur de la vraie science et de la vraie philosophie, c'est aussi parce qu'elle représente un état de la pensée radicalement étranger aux partages cartésiens et newtoniens, parce que radicalement étranger à la scission entre une nature faite de *"choses objectivées"* et une humanité faite d' *"observateurs détachés"* Le XVIIe siècle est "allé trop loin" dans l'exacte mesure où il a creusé un écart entre l'homme et le monde, quitte à revendiquer ensuite "orgueilleusement" l'ambition de "comprendre la totalité du monde" par le moyen des sciences de la nature. Mais parce que cette ambition trouve ses limites à l'intérieur même de la science du XXe siècle, "l'époque actuelle a atteint un point où la position rationaliste a dépassé son zénith et se trouve trop étroite"[30].

Enfin, pour en revenir à Bohr lui-même, on peut remarquer que l'objet général de l'article de 1953 auquel j'ai emprunté la redéfinition de l'objectivité comme communication non-ambiguë est d'attirer l'attention sur la signification du partage entre "connaissance objective" et "croyance subjective" qui s'est instauré à l'issue de la Renaissance, et sur la transformation de ce partage au XXe siècle. L'argument de Bohr est, pour en rester simplement à sa ligne directrice, le suivant. *(a)* La Renaissance européenne a donné naissance à des progrès de la physique (principes de la mécanique et unification des phénomènes terrestres et célestes) qui ont eux-mêmes conduit à formuler la "conception mécanique de la nature" et à introduire une nouvelle forme de relation entre les causes et

---

30 W. Pauli, "Die Wissenschaft und das abendländische Denken" (1956), in *Physik*, *op. cit.,* 111; *Writings, op. cit.,* 147. Redonner une "direction juste au rationalisme" en remettant en question les décisions prises par Galilée et Descartes était, au milieu des années 1930, l'un des buts que se donnait Husserl. Une analyse commune à beaucoup d'auteurs de cette période est que l'excès de scientisme engendré par le rationalisme classique conduit au danger irrationaliste, et qu'il faut donc tout reprendre au fondement.

les effets, qui trouve sa formulation définitive avec le "déterminisme" (au sens mathématique de la Mécanique analytique). Cette causalité nouvelle devient alors, une fois exclu tout raisonnement finaliste, l'idéal de l'explication rationnelle "dans tous les champs du savoir" En même temps, il se produit un "schisme" entre le monde régi par les lois de la nature et le monde des valeurs humaines; et ce qui prévaut est dès lors une attitude "commune aux écoles de la philosophie empiriste et de la philosophie critique", et consistant à opérer une distinction entre connaissance objective et connaissance subjective. *(b)* Si maintenant l'on s'interroge sur ce que montre le développement de la physique au XXe siècle (Relativité et physique atomique) en ce qui concerne "notre position d'observateurs de la nature", on constate que ce développement a créé un contexte profondément différent pour l'usage de mots termes que "objectivité" et "subjectivité", en imposant une "révision radicale" du fondement de l'application "non-ambiguë" de nos concepts physiques les plus élémentaires, tels que espace et temps, ou cause et effet. Il devient notamment impossible, du fait des conditions de la mesure et du rôle que joue le dispositif expérimental dans la définition même des phénomènes, de maintenir la condition de toute causalité classique, à savoir la possibilité de combiner sans restriction la "coordination spatio-temporelle" des phénomènes et les lois de conservation de l'impulsion et de l'énergie (c'est l'énoncé de la complémentarité). *(c)* C'est donc l'idéal de l'explication rationnelle adopté depuis le début des Temps Modernes qui trouve ici ses limites. Mais par ailleurs, la situation à laquelle on est confronté en physique correspond à une expérience de variation de la séparation entre sujet et objet qui est déjà notre expérience la plus ordinaire dans le langage courant, ainsi que dans tous les phénomènes de l'ordre de la volonté ou du désir. Au lieu d'un partage entre "objectif" (sciences) et "subjectif" (monde des valeurs), on se trouve donc désormais devant une expérience commune à toutes les activités humaines, qui est celle de la variation des points de vue – ou, pour le dire autrement, de l'impossibilité d'un regard neutre et totalisant sur le monde.

Ce mouvement de pensée par lequel Bohr, Heisenberg ou Pauli s'efforcent d'interpréter dans toutes ses conséquences la redéfinition de la notion d'"objectivité de la description physique" qui leur semble imposée par la physique quantique n'est évidemment intelligible que *situé* dans sa tradition philosophique propre. Cette tradition est celle de l'*Erkenntnistheorie* allemande, ou plus exactement de l'implosion de cette dernière au début du XXe siècle, sous l'effet des transformations successives des mathématiques, de la logique, de la physique et de la philosophie elle-même. Parce que cette implosion n'a été suivie d'aucune refondation – si l'on met à part la tentative de l'empirisme logique, qu'il faudrait considérer ici plus attentivement-, le problème du lien entre ob-

jectivité et communauté d'observateurs est souvent traité aujourd'hui dans la seule perspective d'une histoire des mentalités ou d'une sociologie du fait scientifique. On peut penser *a contrario* que, comme le notait J. Merleau-Ponty, l'épistémologie au sens strict a ici à apprendre de la philosophie.